

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

« _____ » _____ 2020 р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки 133 – Галузеве машинобудування

на тему: Екструдер для переробки термопластів з модернізацією приводу

Студент групи IV к. ЛП-61-1	_____ Кононенко Богдан Олегович _____	
(шифр групи)	(прізвище, ім'я, по батькові)	(підпис)

Керівник проєкту:

Ст.в. Борщик С. О. _____		
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали)		(підпис)

Консультанти

ТЕХ. МАШ. _____	ст.викл. Борщик С.О.
-----------------	----------------------

ПЕРЕВІРКА НА СХОЖІСТЬ _____	проф. Щербина В.Ю.
-----------------------------	--------------------

РЕЦЕНЗЕНТ _____	
-----------------	--

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ 2020 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки – 133 – Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування – Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«___» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Кононенко Богдану Олеговичу

1. Тема проєкту «Екструдер для переробки термопластів з модернізацією приводу», керівник проєкту Борщик Сергій Олександрович, ст..в., затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. №

2. Термін подання студентом проєкту 11.06.2020р.

3. Вихідні дані до проєкту

діаметр черв'яка $D=125\text{мм}$; загальна довжина черв'яка $30D$; матеріал що перероблюється – поліетилен високої густини, максимальне число обертів черв'яка 1 об/с; Крок черв'яка 0,06 м; Ширина витка 0,007 м; Число заходів черв'яка 1; Діаметр сердечника черв'яка в зоні завантаження 0,046 м; Глибина гвинтового каналу в зоні завантаження 0,0085 м; Глибина гвинтового каналу в зоні дозування 0,003 м; Середня глибина канавки витка черв'яка 0,00575 м; Довжина зони дозування черв'яка 1,12 м; Масова продуктивність черв'ячного редуктора 0,08 кг/с; Об'ємна витрата розплаву поліетилену $87 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; Тиск в пресі $75 \cdot 10^6 \text{ МПа}$; Температура матеріалу, що завантажується 20°C ; Температура стінки 250°C ; Температура плавлення розплаву 200°C ; Довжина зони гранулювання черв'яка 1,2 м.

4. Зміст пояснювальної записки

Пояснювальна записка містить текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки» та «Технологія машинобудування». ПЗ включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення й галузь застосування виробу, що проєктується», «Технічна характеристика базової машини», «Опис конструкції, її основних частин і принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування модернізованої (розроблюваної) конструкції», «Очікувані механіко-економічні показники», «Висновки», «Перелік посилань»

5. Перелік графічного матеріалу

Екструзійний агрегат з модернізацією завантажувального пристрою А0

Технологічна лінія виробництва труб з поліетилену типу ЛТ-63/32-20-110 А1

Корпус. А0

Черв'як. А0

Кондуктор для розсвердлювання отворів Ø18 А1

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. машиноудув.	Борщик С.О.		
Перевірка на схожість	Щербина В.Ю.		

Дата видачі завдання25.05.2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Вступ. Опис технологічної лінії	25.05.2020-27.05.2020	
2	Опис конструкції і принципу дії машини. Технічні характеристики машини.	28.05.2020-29.05.2020	
3	Здійснення пошуку патентів	30.05.2020	
4	Обґрунтування модернізації	31.05.2020	
5	Виконання розділу «Пояснювальна записка»	01.06.2020-02.06.2020	
6	Виконання розділу «Розрахунки»	03.06.2020-04.06.2020	
7	Виконання розділу «Технологія машинобудування»	05.06.2020-06.06.2020	
8	Побудова креслень в графічному редакторі «AutoCad»	07.06.2020-08.06.2020	
9	Оформлення записки дипломного проєкту	09.06.2020-10.06.2020	

Студент

Кононенко Б. О.

Керівник проєкту

Борщик С. О.

ЗМІСТ

Реферат з ключовими словами (українська мова).....	
Реферат з ключовими словами (іноземна мова).....	
Перелік позначень.....	
Пояснювальна записка (ЛП61-1.177146.01-90ПЗ).....	
Розрахунки (ЛП61-1.091246-70РР).....	
Технологія машинобудування (ЛП61-1.091246-70ТД)......	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	
ДОДАТКИ.....	

РЕФЕРАТ

Об'єкт розробки і проектування – прес черв'ячний для виробництва труб з поліетилену з модернізацією привода.

Мета проекту – розробка і проектування, згідно з технічним завданням, преса черв'ячного для виробництва труб з поліетилену, на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і здійснення модернізації вузлів млина.

Пояснювальна записка дипломного проекту складається зі вступу, 6 розділів, висновків, літератури з 22 джерел і 6 додатків, 17 рис., 4 табл. Загальний обсяг записки становить 73 стор. Графічна частина вміщує 5 креслень формату А1.

Проект містить опис технологічного процесу, в якому наявний прес черв'ячний, розглянуто його призначення та місце в технологічній схемі.

У роботі надані технічні характеристики, розглянуті конструкція і принцип дії преса черв'ячного, виконані параметричні, кінематичні розрахунки та теплові розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність конструкції машини.

У проекті було зроблено літературно-патентний пошук конструкцій преса черв'ячного та було створено власний патент – муфта запобіжна.

Також у бакалаврському дипломному проекті розглянуто відповідність розроблюваної машини вимогам охорони праці та надані рекомендації щодо монтажу та експлуатації пристрою для виготовлення втулки.

Ключові слова: ПРЕС ЧЕРВ'ЯЧНИЙ, ТРУБИ, МУФТА ЗАПОБІЖНА, ПОЛІЕТИЛЕН, ПРУЖНА ПЛАСТИНА.

ABSTRACT

The object of the graduation project is the worm press for the production of polyethylene pipes with modernization of drive.

The aim of this project – developing and designing , according to the terms of reference, of worm press for the production of polyethylene pipes, based on the existing industrial analogues; identifying the opportunities and modernization of the mill nodes.

The explanatory note of graduation project consists of an introduction, 6 chapters, conclusions, 22 literature sources and 6 applications, 17 Fig., 4 Table. The total amount of notes is 73 pages. The graphical part contains 5 A1 drawings.

The project contains a description of the technological process in which existing the worm press, considered its purpose and place in the technological scheme.

In the graduation project provided specifications, reviewed construction and operating principle of worm press, made parametric, kinematic calculations and thermal calculations that prove the efficiency and reliability of the machine construction.

In the project was made literary patent search of worm press construction and was created own patent of **safety clutch**.

Also in the graduation project was considered the developed machine in conformity with the labour protection and provided recommendations regarding the installation and operation of device for production of the bushing.

Keywords: worm press, pipes, **safety** clutch, polyethylene, elastic plate.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ

Умовні скорочення:

ЧП – черв'ячний прес

Умовні позначення:

D, d – діаметри, м;

L, l – довжини, м;

H, h – висоти, м;

P – потужність нагрівників, кВт;

N – потужність, кВт;

T – температура матеріалу, $^{\circ}\text{C}$;

α_k – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{K}$;

F – площа, м^2 ;

δ - радіальний зазор між корпусом і черв'яком, м;

ΔP – перепад тиску, Па;

Зміст

Вступ	12
1. Технологічний процес зберігання поліетилену.	12
2. Технічна характеристика преса ЧП-125	15
3. Опис і обґрунтування даної конструкції	17
3.1. Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей.....	17
3.2 Вибір матеріалів	20
4. Літературний та патентний огляд. Обґрунтування модернізації.....	21
4.1 Патентно-літературний огляд конструкцій черв'ячного пресу	21
4.2. Обґрунтування обраної модернізації	25
5. Охорона праці.....	27
5.1 .Електробезпека.....	28
5.2 Повітря робочої зони	29
5.3 Виробничий шум.....	29
5.4 Пожежна безпека.....	30
Висновки	32

					ЛП61-1.177146.01-90ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата	Екструдер для переробки термопластів з модернізацією приводу				Літ.		Арк.	Акрушів	
Розроб.	Кононенко											1	
Перевір.	Борщик												
Керівник													
Н. Контр.													
Затверд.	Гондляр												

Вступ

В наш час , у всьому світі в будівництві систем водопостачання труби з полімерних матеріалів лідирують. Зростання українського ринку полімерних труб випереджає зростання ринків іншої полімерної продукції. Попит на полімерні труби в Україні стабільно збільшується на протязі останніх декількох років. Це прямий наслідок розвитку водного господарства країни, гострої потреби в заміні старих діючих комунікацій та успішної конкуренції споживчих переваг полімерних труб з трубами з традиційних матеріалів (металевими, чавунними, бетонними, азбестоцементними). Як показує світовий досвід, у порівнянні з іншими, полімерні трубопровідні системи – надійніші, довговічніші, дешевші і екологічніші. Метою представленої роботи є вдосконалення приводу екструзійного агрегату для виготовлення полімерних труб, задля підвищення його довговічності та працездатності.

Метою проекту є визначення продуктивності, здійснення параметричного, теплового та розрахунків на міцність основних вузлів черв'яного пресу, що підтверджують працездатність конструкції, а також виконання графічної частини, яка включає необхідні етапи проектування екструзійного агрегату: загальний вигляд пресу ЧП-125, його вузлів.

Процес виробництва полімерних труб широкого призначення традиційний і складається з наступних етапів [10]:

- Підготовка вихідної полімерної сировини, у т.ч. з забезпеченням оптимального вмісту вологи;
- підготовка в екструдері рівномірного за складом і температурою полімерного розплаву;
- формування у кільцевому зазорі між дорном та матрицею головки із забезпеченням розрахункових розмірів заготівки труби;
- отримання труби;
- охолодження труби з калібруванням;

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Саме розуміння особливостей виготовлення труб дає можливість забезпечити задану її товщинну, рівномірність товщини , зберегти і навіть покращити ряд фізико - механічних та експлуатаційних властивостей вихідних полімерних матеріалів.

Для виготовлення труб можуть бути використані всі термопласти та деякі термореактивні композиції. Найбільше розповсюдження отримало виробництво труб з поліетилену ВТ та НТ, оскільки ці матеріали досить прийнятні за ціною та формувальним характеристикам .

Бурхливий розвиток виробництва продукції на основі полімерних матеріалів і в першу чергу термопластів є причиною все більшого вивчення питань теорії та практики переробки цих матеріалів у вироби. Останнім часом за темпами зростання виробництва полімерних виробів технічного призначення значно випереджають ріст виробництва аналогічних матеріалів з натуральної сировини.

Існує багато методів переробки полімерів, вибір яких у кожному конкретному випадку залежить від виду і властивостей полімерного матеріалу чи композиції, конструктивних особливостей виробу, умов його експлуатації та інших чинників.

Сучасне устаткування і технології виробництва напірних труб з полімерів дозволяє одержати при будівництві зовнішніх мереж (вентиляційних каналів, водопроводів, артезіанських свердловин , систем меліорації безнапірних і напірних каналізаційних колекторів, електротехнічних і зв'язків–каналів) ряд переваг у порівнянні з трубами з чавуна та сталі, а саме[7]:

- п'ятидесятилітня гарантія безпечної експлуатації;
- хімічна стійкість, особливо на деякі органічні розчинники;
- невелика маса;
- достатньо висока механічна стійкість;
- стійкість до гідравлічних ударів, завдяки своїй еластичності;
- при заморожуванні рідини в трубах, вони не руйнуються , після

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

розморожування продовжують функціонувати;

– висока зносостійкість (у 10 разів більше сталі) дає можливість використовувати труби для гідравлічного транспортування матеріалів ;

– корозійна стійкість ;

– пластичність;

– висока еластичність труби дозволяє споруджувати водопроводи в більшості випадків без компенсаторів;

– незмінна пропускна спроможність у процесі експлуатації;

– ідеально гладка внутрішня поверхня труби дає незначний гідравлічний опір;

– зручність і швидкість при проведенні монтажних і ремонтно-будівельних робіт;

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1. Технологічний процес зберігання поліетилену.

Поліетилен в гранулах надходить на виробництво залізничним транспортом у поліетиленових мішках. Після оформлення документації на отримання сировини, мішки перевозяться на розпакування і завантаження гранул в бункер. Порожні мішки пресують в пакети і обв'язують дротом. Завантаження в бункери здійснюється вручну після розрізання одного краю мішка за допомогою ножа.

Через відсутність лабораторії вхідний контроль поліетилену не здійснюється.

Якщо в зимовий період сировина зберігається в холодному приміщенні, то перед переробкою гранули поліетилену витримують в приміщенні цеху не менше 12 годин.

Завантаження поліетилену.

З витратних ємностей сировина прямує пневмотранспортом до сушарки розташованої над екструдером, в якій вбудовано пристрій для підігріву гранул гарячим повітрям (70 ° С). Підігріті гранули надходять в завантажувальну зону циліндра екструдера.

Екструзія трубної заготовки.

Отримання трубної заготовки з гранул поліетилену здійснюється в екструдері, основним робочим органом якого є шнек, що обертається в нерухомому циліндрі який обігрівается.

Глибина витків шнека в напрямку руху зменшується. Завдяки взаємодії робочої гвинтової поверхні та робочої поверхні циліндра із вступниками гранулами, останні просуваються по гвинтовому каналу в напрямку зони стиснення. У міру просування вздовж циліндра, матеріал прогрівается до 220 ° С. У зоні стиснення відбувається його плавлення і пластифікація, а в наступній зоні дозування забезпечується гомогенізація і рівномірна подача розплаву в голівку[3].

Обігрів екструдера проводиться за допомогою електронагрівальних елементів. (Режими екструзії наведені в таблиці 6). Циліндр і головка розділені на декілька теплових зон з самостійним автоматичним регулюванням температури в кожній з них.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Для виміру температури використовуються термопари, встановлені в стінці
циліндра і головки[9].

Для запобігання перегріву маси циліндр машини охолоджують за допомогою води і обдування повітрям. В зоні завантаження гранульованого поліетилену, охолоджувальної водою, підтримується температура 100 ± 20 ° С. Це проводиться з метою уникнення передчасного оплавлення і зависання гранул в завантажувальному бункері екструдера. Регулювання охолодження циліндра здійснюється автоматично за допомогою теплової автоматики. Формування труби відбувається в головці екструдера. Трубне оснащення представляє собою екструзійну трубну головку потрібного типорозміру, комплектувану набором матриць, дорнів, калібрів для виготовлення труб в певному діапазоні діаметрів і товщини стінок. Чистка оснащення здійснюється відразу після знімання з екструдера, вручну. Залишки розплаву поліетилену, нагару видаляють за допомогою інструменту, виготовленого з кольорового металу (латуні, бронзи, міді). Робочі поверхні оснащення змащують парафіном, протирають ганчір'ям, потім наносять пасту ГОІ і полірують.

Однорідний розплав поліетилену надходить в головку під тиском, обтікає торпеду і продавлюється на суцільний потік в кільцевому зазорі між мундштуком і дорном[8].

Гаряча трубна заготовка безперервно видавлюється з кільцевої щілини головки і надходить до пристрою для калібрування. Калібрування і охолодження труби.

Основне призначення пристрою для калібрування - утворення на поверхні заготовки охолодженого, затверділого шару, який до моменту виходу заготовки з пристрою для калібрування забезпечує збереження трубою бажаної форми і розмірів при проходженні через охолоджуючі ванни. В якості охолоджувального елементу у ваннах використовується фільтрована вода. У зимовий період температура води не повинна опускатися нижче 15 ° С, а в літній період температура води у ваннах повинна бути не вище 30 ° С.

У процесі виробництва ПЕ труб технологічні стічні води скидаються до внутрішніх мереж промислового майданчика.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Після проведеного аналізу стічних вод виявлено:

- рН вода -8,5
- осад -263,2
- Нафтопродукти - не виявлені
- Ацетон-не виявлено
- Зважені частинки - 7,6.

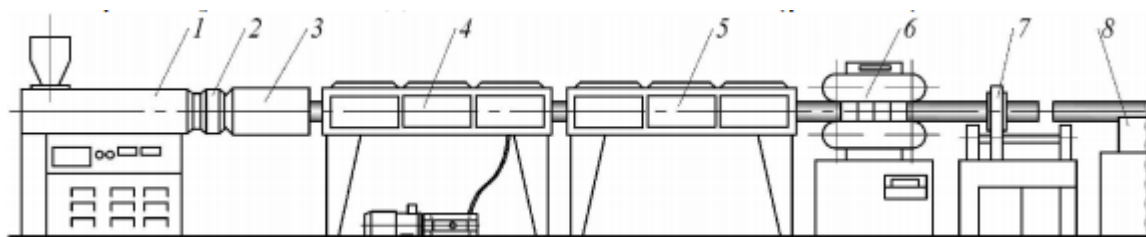


Рис. 1.1. Принципова апаратно-технологічна схема виготовлення гладких полімерних труб: 1 – екструдер; 2 – трубна головка; 3 – калібрувальний пристрій; 4 – вакуум-ванна; 5 – ванна зрошення; 6 – тягнучий пристрій; 7 – відрізний пристрій; 8 – приймальний пристрій

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.01-70ПЗ

Арк.
14

2. Технічна характеристика преса ЧП-125

Технічна характеристика несе в собі особливу інформацію проагрерат. Саме за цими показниками проводиться порівняння зразка з подібними йому та для наступного вибору і обґрунтування обраного варіанту. Основні показники преса ЧП-125 наведено в таблиці 1.1

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика преса ЧП-125

1. Продуктивність екструдера	$\frac{кг}{год}$	105
2. Діаметр черв'яка екструдера	мм	125
3. Відношення діаметру черв'яка екструдера до його довжини		1:30
4. Частота обертання черв'яка	об/хв	60
5. Число заходів черв'яка		1
6. Кількість зон обігріву циліндра екструдера	шт	4
7. Тип формуючої головки екструдера		Головка трубна
8. Привід екструдера: а.) електродвигун 4A250S4 УЗ Потужність двигуна Число обертів Робоча напруга	 $кВт$ $об./хв.$ $В$	 75 1500 380/220

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.01-70ПЗ

Арк.
15

б.) передача потужності на черв'як екструдера через редуктор в.) редуктор приводу 1Ц2У-400-10-14-У3 ТУ2-056-244-86		$i=20,1$
9. Габарити а.) довжина б.) ширина в.) висота	мм	4200 2680 2435
10. Маса	кг	5600

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.01-70ПЗ

3.Опис і обґрунтування даної конструкції

3.1. Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей

Черв'ячний екструдер (рис.3.1) працює наступним чином. Полімерна сировина із бункера 3 надходить у матеріальний циліндр 2, захоплюється черв'яком 1 і транспортується до формуючої головки, фрагмент якої показано позицією 7. Для забезпечення потрібного температурного режиму та умов транспортування на матеріальному циліндрі встановлені зонні кільцеві нагрівачі 5 з індивідуальними вентиляційними пристроями; ділянка циліндру поблизу завантажувальної горловини охолоджується водою по каналам 4, а для контролю температури слугують термопари 6. Конструкція черв'яка передбачає його внутрішнє охолодження водою, що подається і відводиться пристроєм 10. Черв'як приводиться в рух від електромеханічного приводу, який складається з електродвигуна 12 і редуктора 9. осьове зусилля, що діє на черв'як сприймається підшипниковим вузлом 11. всі робочі вузли екструдера змонтовані в корпусі 8[2].

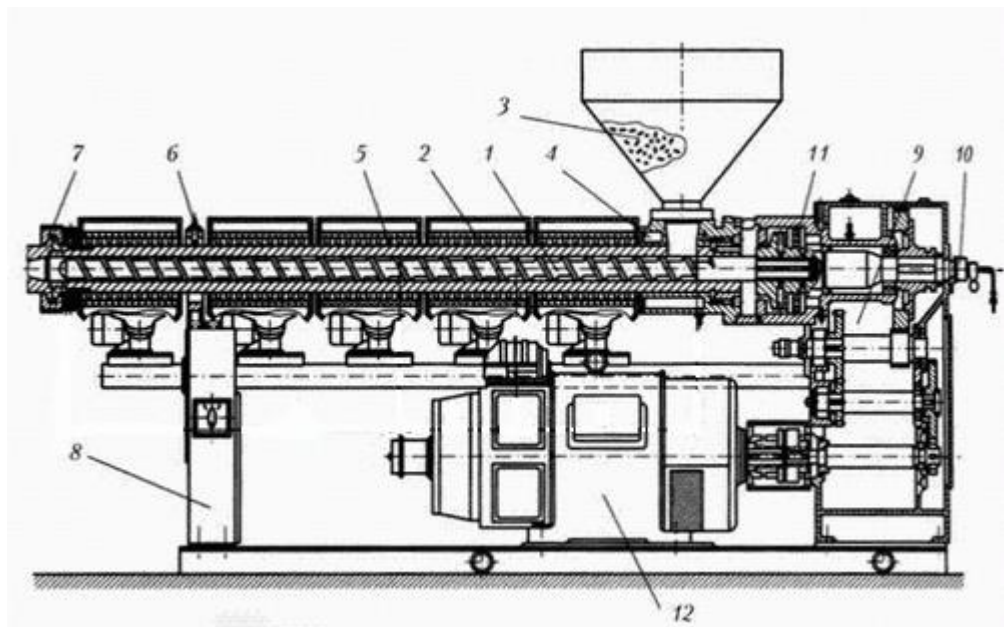


Рис. 3.1. Прес ЧП-125

завантажувальна, корпус, черв'як, система охолодження і система нагрівання.

Основним робочим органом пресів є товстостінний циліндричний корпус, в якому обертається черв'як (шнек). Черв'яки, діаметр яких може бути від 20 до 500 мм і більше, характеризуються геометрією (профілем) поперечного перерізу каналу, довжиною нарізки, кроком, ступенем стиску і числом заходів нарізки[6].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.01-70ПЗ

Арк.
17

Під час роботи черв'яка матеріал транспортується по гвинтовому каналу, утвореному внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка. Транспортування супроводжується інтенсивними деформаціями матеріалу та зростанням тиску. Одночасно відбуваються різноманітні процеси: нагрівання матеріалу за рахунок енергії дисипації та енергії, що підводиться від системи нагрівання циліндра, , хімічні, ініційовані зростаючою температурою та тиском фазові та інші перетворення, ущільнення та монолітизація сипких матеріалів; змішування компонентів; вилучення з матеріалів газоподібних та інших компонентів.

У зоні живлення відбувається прийом сировини, і її переміщення в напрямку зони плавлення й ущільнення. Для підвищення продуктивності зона завантаження виконується з найбільшим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і дегазація. Для ефективного проведення зазначених процесів канал черв'яка в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що досягається в більшості випадків зменшенням глибини каналу, кроку гвинтової лінії чи обох параметрів[4].

У зоні дозування відбувається гомогенізація розплаву і зростає тиск, під дією якого розплав продавлюється через формуючий агрегат.

Довжина функціональних зон екструдера може коливатися в значних межах залежно від властивостей перероблюваного матеріалу, і особливостей технології переробки[5].

Воронка завантажувальна являє собою товстостінний циліндр із завантажувальним отвором та водяною рубашкою. Вона складається із корпусу і вставної гільзи. На зовнішній поверхні корпусу воронки завантажувальної встановлений двигун (електродвигун)[3].

Температура поверхні гільзи контролюється за допомогою перетворювача термоелектричного, в комплекті із вторинним пристроєм. Корпус має форму товстостінного циліндру, який приєднаний фланцевим з'єднанням до воронки завантажувальної. Корпус має чотири зони обігріву електронагрівачами опору. Охолодження зон корпусу здійснюється від чотирьох незалежних

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

вентиляторів. Для контролю температури корпусу на ньому встановлюють перетворювачі термоелектричні. Зони розділені між собою перегородками. Із зовні корпус закритий теплоізоляційним кожухом.

Система охолодження призначена для охолодження завантажувальної воронки, черв'яка та масла в картері редуктора[1].

Черв'як за допомогою шліцевого з'єднання приєднується до перехідної втулки блоку радіально-упорних підшипників. Цей вал за допомогою шліцевого з'єднання приєднаний до редуктора (зазвичай тихохідного).

Формувальна головка кріпиться до циліндра екструдера за допомогою фланцевого з'єднання.

Корпус складається з завантажувальної і плавильної частини. Всі частини з'єднуються за допомогою фланців. До завантажувальної частини корпусу з протилежного боку приєднується блок радіально-упорних підшипників знову ж за допомогою фланців. На плавильну частину корпусу встановлюються нагрівальні елементи, завдяки яким корпус нагрівається і відбувається плавлення полімеру. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі охолоджуючої рідини, що охолоджує екструдер.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.2 Вибір матеріалів

Оскільки в технології ставляться підвищені вимоги до міцності та надійності машини у відповідності з рекомендаціями обираємо для вузлів і деталей сталь 40Х (ГОСТ 2591-2006) з межею міцності при розтягуванні 490 МПа, а межею текучості 700 МПа. Болти виготовляються із Сталі 40(ГОСТ 2590-2006), які використовуються для деталей машин з підвищеними вимогами. Шайби виготовляються із сталі Ст3 (ГОСТ 380-94); межа міцності цієї сталі при розтягуванні не менше 470 МПа.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4. Літературний та патентний огляд. Обґрунтування модернізації

4.1 Патентно-літературний огляд конструкцій черв'ячного пресу

Під час проходження переддипломної практики було зроблено огляд технічної літератури з метою аналізу конструкцій і принципу дії екструдерів для переробки полімерних матеріалів.

Після детального ознайомлення було виявлено недоліки в надійності конструкції, а саме поставила себе під сумнів надійність передачі обертового моменту між двигуном і редуктором. Для покращення надійності передачі було проведено патентно-літературний огляд. Було знайдено 3 технічних рішень для модернізації приводу на основі патентів [11-14].

У патенті [11] представлена корисна модель, що належить до галузі машинобудування і може бути використана для з'єднання валів і передавання обертальних моментів в приводах різноманітних машин, а також запобігання їх від перевантажень. Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де: на рис. 4.1.1. показана муфта запобіжна пружна, загальний вигляд, поздовжній розріз; на рис. 4.1.2. показано те, що на рис. 4.1.1. , переріз А-А, варіант виконання складеної зіркоподібної пружини з опуклими виступами, вершини яких мають заокруглення.

Муфта запобіжна з складеною зіркоподібною пружиною працює так. При обертанні внутрішньої пів-муфти 1, обертальний момент через складену зіркоподібну пружину 3 передається на зовнішню пів-муфту 2. В режимі перевантаження складена зіркоподібна пружина 3 деформується, зменшуючись у діаметрі по своєму зовнішньому контуру, при цьому поверхні 5 і 6 виступів 4 вигинаються в сторони своїх випуклостей, забезпечуючи деформацію складеної зіркоподібної пружини 3 в межах пружної деформації і виходять із заглиблень 11 зовнішньої пів-муфти 2, радіус заокруглень яких більший радіусів заокруглень вершин виступів 4 та проковзують по циліндричній поверхні зовнішньої півмуфти 2 до тих пір, поки обертальний момент не зменшиться до номінального значення. При втраті міцності окремими виступами 4 вони замінюються новими.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

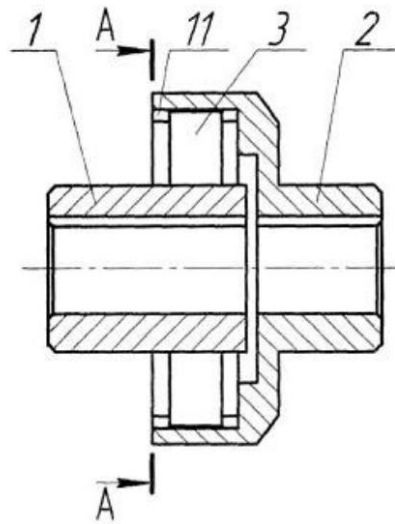


Рис 4.1.1

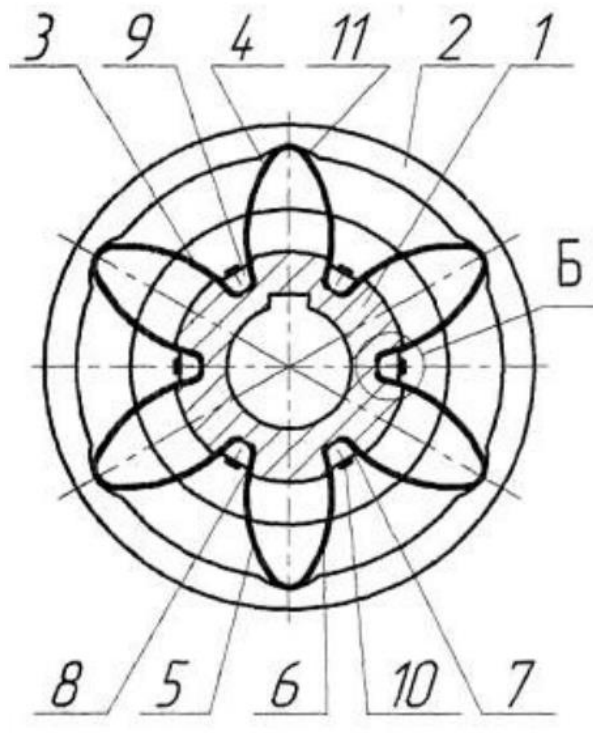


Рис 4.1.2

У патенті [12] представлена корисна модель, належить до пристроїв, які призначені для передачі обертального руху з одного вала на інший або на тіла.

Запропонована конструкція муфти, яка під час досягнення крутного моменту, більшого від розрахункового, виконує функцію запобіжного пристрою із збереженням пружного елемента.

Корисна модель пояснюється кресленнями:

на Рис. 4.1.3 представлена принципова схема муфти в розрізі, де 1 і 2 – півмуфти, 3 – пружний елемент, 4 і 5 - стопорні кільця; на Рис. 4.1.4 2 - вигляд

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.01-70ПЗ

Арк.
22

муфти збоку.

Муфта працює наступним чином. Крутний момент, що передається на пів-муфту 1 передається через пружний елемент 3 у вигляді зіркоподібної плоскої пружини до пів-муфти 2 ведучого вала (на схемі не показано). У випадку перевантаження механізму, в якому знаходиться муфта, та досягнення більшого за максимальне розрахункове значення передавального крутного моменту, що може тягнути за собою руйнування пружного елемента 3, останній деформується, виходить із заглиблень пів-муфт 1 і 2 та проковзує по їх внутрішній поверхні до тих пір, поки крутний момент досягне бажаного значення.

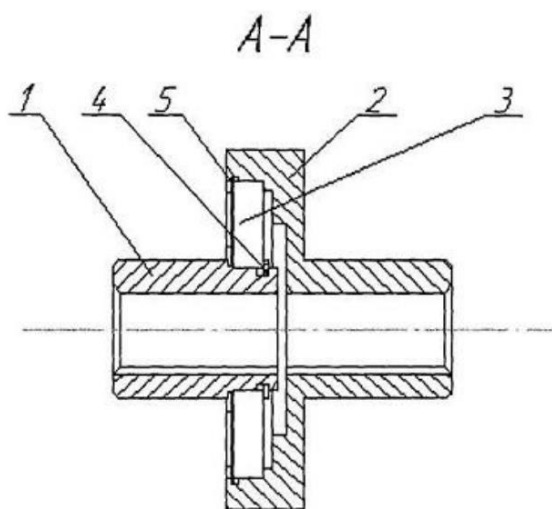


Рис. 4.1.3.



Рис.4.1.4.

У патенті [13] представлена корисна модель належить до галузі машинобудування і може бути використана для з'єднання валів і передавання обертальних моментів в приводах різноманітних машин, а також запобігання їх

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

від перевантажень.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де: на Рис 4.1.5. показана муфта запобіжна пружна, загальний вигляд, поздовжній розріз; на Рис 4.1.6. показано те, що на Рис 4.1.5., переріз А-А;

Муфта запобіжна пружна працює наступним чином: при обертанні внутрішньої пів-муфти 1, обертальний момент через зіркоподібну пружину 3 передається на зовнішню пів-муфту 2. При перевантаженні зіркоподібна пружина 3 деформується, зменшуючись у діаметрі по своєму зовнішньому контуру, при цьому поверхні 5 і 6 виступів 4 вигинаються в сторони своїх опуклостей, забезпечуючи деформацію зіркоподібної пружини 3 в межах пружності та виходять із заглибин 11 зовнішньої пів-муфти 2, радіус заокруглень яких більший радіусів заокруглень вершин 7 виступів 4 та проковзують по циліндричній поверхні зовнішньої пів-муфти 2 до тих пір, поки обертальний момент не зменшиться до номінального значення. Так як контакт виступів 4 з заглибинами 11 зовнішньої пів-муфти 2 здійснюється через циліндричні ролики 8, які обертаються по осях 9, то тертя ковзання вершини 7 заміняється тертям кочення.

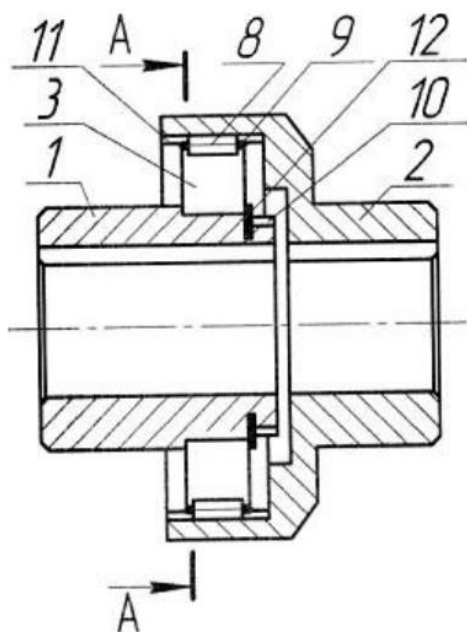


Рис 4.1.5.

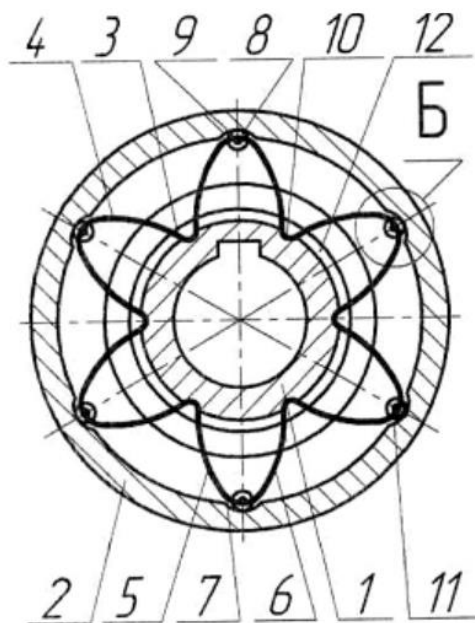


Рис 4.1.6.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.01-70ПЗ

Арк.
24

4.2.Обґрунтування обраної модернізації

Під час літературно-патентного пошуку з'явилася ідея обрати в якості варіанту вдосконалення привода – покращену муфту, яка також буде виконувати функцію запобіжника[14].

У патенті [14] представлена корисна модель належить до галузі машинобудування і може бути використана для з'єднання валів і передавання обертальних моментів в приводах різноманітних машин, а також запобігання їх від перевантаження.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де: на Рис 4.2.1.показана муфта запобіжна пружна, загальний вигляд, поздовжній розріз; на Рис 4.2.2.показано те, що на Рис 4.2.1., переріз А-А, варіант виконання зіркоподібної пружини з опуклими виступами, вершини яких мають малі заокруглення близькі до гострих.

Муфта запобіжна пружна працює у такий спосіб. При обертанні внутрішньої пів-муфти 1, обертальний момент через зіркоподібну плоску пружину 3 та заглибини 7 і 8 передається на зовнішню пів-муфту 2. В режимі перевантаження зіркоподібна пружина 3 деформується, зменшуючись у діаметрі за своїм зовнішнім контуром, при цьому поверхні 4 і 5 виступів 6 вигинаються в сторони своїх випуклостей, забезпечуючи деформацію зіркоподібної плоскої пружини 3 в межах пружної деформації і виходять із заглиблень 8 зовнішньої пів-муфти 2, радіус заокруглень яких більший радіусів заокруглень виступів 6 та проковзують по циліндричній поверхні зовнішньої пів-муфти 2 доти, поки обертальний момент не зменшиться до номінального значення.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

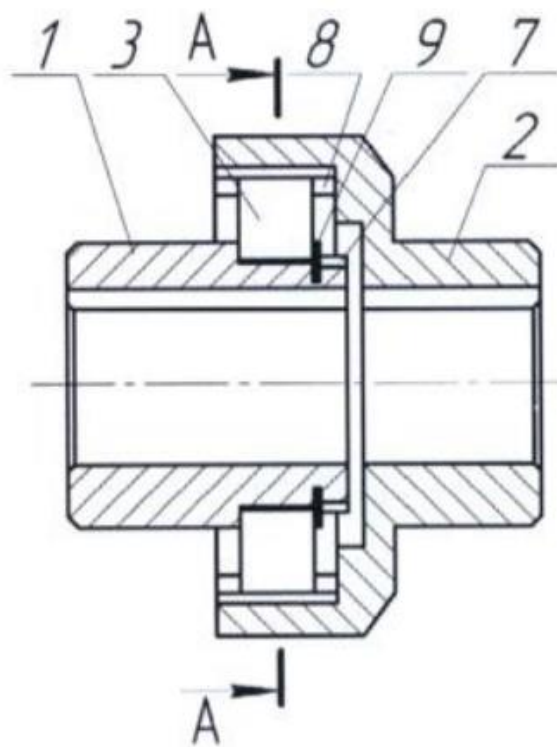


Рис 4.2.1

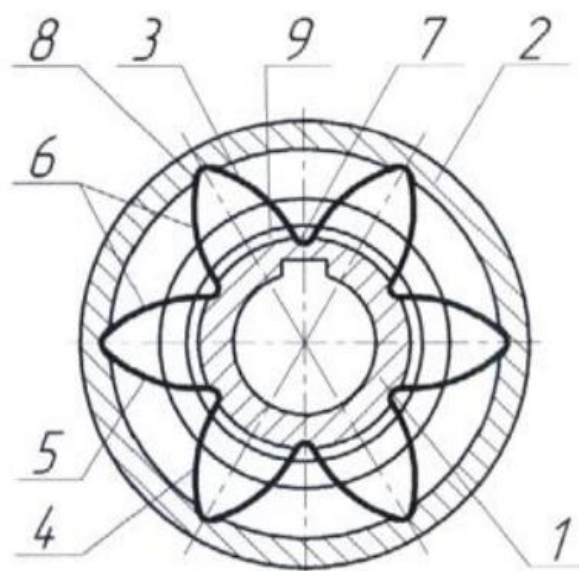


Рис 4.2.2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.01-70ПЗ

Арк.
26

5. Охорона праці

Охорона праці вивчає можливу ймовірність нещасних випадків на виробництві, професійні захворювання, вибухи, пожежі, створення безпечних для людини умов праці, а також розробляє систему заходів для усунення цих причин. Основоположним законодавчим документом в галузі охорони праці Закон України "Про охорону праці", прийнятий Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року. Цей Закон визначає основні положення щодо конституційного права громадян про охорону життя здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів з питань безпеки праці та виробничого середовища, встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Дотримання законодавчих нормативних актів про охорону праці веде до зниження травматизму на виробництві.

Тема екструдер для переробки термопластів з модернізацією приводу

Під час роботи агрегат обслуговує оператор в приміщенні площею $S=54\text{ м}^2$ і $V=256\text{ м}^3$.

Шкідливі небезпечні виробничі фактори:

- Повітря робочої зони;
- Виробничий шум ;
- Пожежна безпека;
- Електробезпека.

Для зниження травматизму на виробництві був проведений науковий аналіз умов праці, в результаті якого були визначені небезпечні виробничі фактори, які виникають при експлуатації преса черв'ячного для виробництва труб з поліетилену . Шкідливими та небезпечними виробничими факторами є небезпека ураження електричним струмом, пожежна безпека, виробні шуми, освітлення робочого місця, повітря робочої зони.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5.1 .Електробезпека

Електробезпека забезпечує захист людей від шкідливого впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітних полів статичної електрики.

За класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом приміщення цеху, де встановлена дана лінія відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою[16].

За характером навколишнього середовища, приміщення характеризується як вологе (відносна вологість повітря у приміщенні близько 75%).

Оскільки для роботи лінії використовується напруга 220/380 В частотою 50 Гц, то використовуємо трьохфазну трьохпроводову мережу з ізольованою нейтраллю. Мережа з ізольованою нейтраллю в ізольованому режимі набагато безпечнішою при торканні до фазового дроту.

Засоби забезпечення електробезпеки:

а) в робочому режимі

- забезпечено недосяжності струмоведучих частин (ізоляція, розташування на недосяжній висоті, більш 2,5 м., огорожа);

- подвійна ізоляція;

- наявність позначень на електричних частинах (фарбування, надписи, позначення);

б) в аварійному режимі:

- захисне заземлення.

Забезпечення електробезпеки при проектуванні апаратів для данної лінії є дуже важливим чинником, знижує смертність та травматизм серед обслуговуючого персоналу в виробничих умовах.

Ці заходи проведені згідно ГОСТ 12.1.030 – 86.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5.2 Повітря робочої зони

Умови роботи на розроблюваному екструдері та лінії в цілому за ГОСТ 12.1.005-88 відносяться до категорії середньої тяжкості (енерговитрати 150...200 ккал/год)[16].

Склад повітря робочої зони залежить від параметрів метеорологічних умов: температури, відносної вологості, а також кількості шкідливих речовин, що виділяються машиною при плавленні поліетилену, при цьому виділяється окис вуглецю, некрайові углеводороди, органічні кислоти, альдегіди і інші токсичні речовини.

Для безпосереднього відводу шкідливого повітря чи газів, від місця їх виникнення чи виділення, під головкою черв'ячного екструдера встановлюється вентиляційний ковпак закритого типу з фільтром продуктивністю 360 м²/год. Видалення шкідливостей супроводжується подальшим очищенням повітря, що відповідає вимогам СНиП 2.04.05 – 86.

5.3 Виробничий шум

Шум, який створюється при роботі екструдера та іншого устаткування лінії, постійний. Основними джерелами шуму при роботі є вали та черв'яки, що обертаються, електродвигуни, вентилятори та інше устаткування, в яких шум досягає 90 дБА. За своєю природою шум у даному випадку механічний гідроаеродинамічний. Згідно нормам шуму за ДСН 3.3.6.037-99 для виробничих приміщень рівень шуму не повинен перевищувати 80 дБА[15].

Зниження шуму досягається шляхом шумопоглинання. Для цього використовують облицювання з перфорованим покриттям та плити. Щоб досягнути максимального ефекту використання шумопоглинаючого покриття, вкриваємо ним не менше 60% внутрішньої площі. Вихлопні патрубки насосів з'єднані з герметичним каналом, який забезпечує ізоляцію шума вихлопа.

Звукоізолююча здатність дверного проїому приміщення повинна бути не нижче 30 дБА.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Стіни і перекриття цього приміщення забезпечені звукоізолюючим облицюванням з коефіцієнтом звукопоглинання не нижче 0,7 і мають звукоізолюючу здатність не нижче 50 дБА.

Для зменшення шуму елементів, що обертаються, необхідно слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах. Мікрофон при вимірюванні рівня звуку встановлено на висоті 1,5-1,8 м від полу. Ці заходи дозволили знизити рівень шуму до 75 дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99[15].

Величина загальної вібрації на робочих місцях при працюючій лінії не повинна перевищувати гігієнічних норм, встановлених ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”.

5.4 Пожежна безпека

При роботі черв'ячного преса використовуються горючі змащувальні матеріали, також для плавлення поліетилену здійснюється при досить високій температурі $T = 170^{\circ}\text{C}$. Тому можливими причинами пожежі можуть бути:

- порушення технологічного режиму;
- несправність електрообладнання й електромережі;
- куріння в невстановлених місцях.

Згідно з ОНТП 24 - 86 приміщення для розроблюваного преса ЧП-125 лінії типу ЛЕК-63 для нанесення ізоляції на дроти та кабелі відноситься до категорії В – пожежонебезпечні, так як містить горючі речовини, клас зони П – Па (ПУЕ). Згідно з СНиП 2.01.02-85 приміщення відноситься до першого ступеню вогнетривкості. Кількість поверхів не обмежується. Площа поверхів у межах пожежних не обмежується. Ширина евакуиходів - 0,9 м, що відповідає СНиП 2.04.02-85[16]

У приміщенні встановлені пожежні гідранти, теплові сповіщувачі, які спрацьовують при підвищенні температури до вище заданої межі $T = 72^{\circ}\text{C}$.

Засобом захисту статичної електрики є заземлення.

Первинним засобом гасіння пожежі є ОУБ - 3А у кількості 2 шт;

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- ящики з піском - 1 шт;

- пожежні гідранти - 1 шт

Протипожежна безпека черв'ячного преса відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Висновки

Метою даної роботи була модернізація приводу а саме муфти запобіжної . Для цього були проведені наступні етапи виконання роботи:

Спочатку було виконано детальне ознайомлення з базовою конструкцією, інформація, що була отримана вході розгляду була використана при виборі шляхів модернізації.

Проведено огляд літератури та патентів. Було переглянуто альтернативні конструкції ліній, а також різноманітні способи вдосконалення різних вузлів та механізмів. Після огляду патентів було обрано найбільш оптимальний варіант модернізації.

Окрім цього були проаналізовані та розроблені рекомендації з охорони праці та техніки безпеки на робочому місці.

					ЛП61-1.177146.01-70ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Зміст

1. Інженерно-технічні розрахунки основних параметрів і характеристик ЧП-125	34
1.1. Параметричний розрахунок черв'ячної машини	34
1.2 Кінематичний розрахунок ЧП-125	35
1.3 Розрахунок на міцність, жорсткість та витривалість	37
1.3.1 Розрахунок на міцність	37
1.3.2 Розрахунок черв'яка на жорсткість	39
1.3.3 Розрахунок черв'яка на витривалість	40
1.4 Тепловий розрахунок черв'ячного преса	41
2. Розрахунок виконаний з допомогою обчислювальних систем	44
2.1. Розрахунок муфти запобіжної на міцність в CAD-CAE системи SolidWorks	44
Висновки	45

					ЛП61-1 177146 02-70PP				
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата	Екструдер для переробки термопластів з модернізацією приводу	Літ.		Арк.	Акрушів
Розроб.		Кононенко						2	28
Перевір.		Боршик				КПІ ім. Ігоря Сікорського ХПСМ, ІХФ, ЛП-51(1)			
Керівник									
Н. Контр.									
Затверд.		Гондляр							

1.Інженерно-технічні розрахунки основних параметрів і характеристик ЧП-125

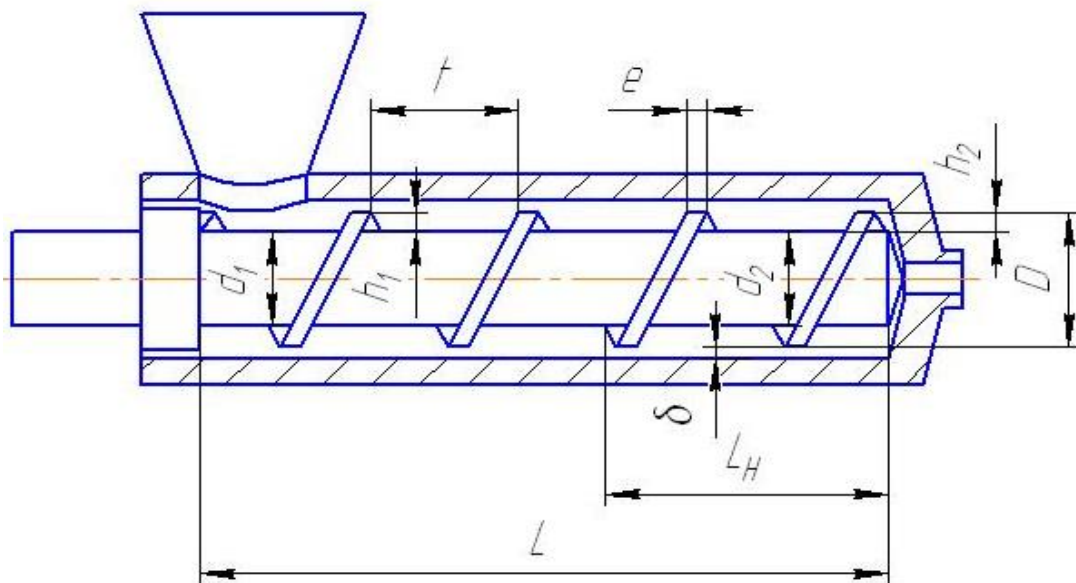
1.1. Параметричний розрахунок черв'ячної машини

Черв'як є основним вузлом черв'ячної машини і призначений для транспортування полімерного матеріалу від завантажувальної воронки до формуючої головки, а також для пластикації гранул, ретельного перемішування розплаву і набору необхідного тиску для видавлювання матеріалу з головки.

Діаметр черв'яка є одним з основних параметрів, який характеризує продуктивність черв'ячної машини.

У представленій лінії використовується екструдер з черв'яком діаметром $D=125\text{мм}$, відношення довжини робочої частини до його діаметра $L/D=30$.

Інші параметри черв'яка вибираються в залежності від матеріалу, який переробляється. У даному випадку матеріалом, що переробляється, є поліетилен і базові параметри черв'яка обчислюються виходячи із залежностей представлених нижче. Оскільки поліетилен відноситься до 3 групи то залежності матимуть наступний вигляд.



Проводимо розрахунок геометрії черв'яка згідно з[2] :

1. Загальна довжина черв'яка:

$$L = D \cdot (L/D) = 125 \cdot 30 = 3750 \text{ мм.}$$

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

2. Довжина зони дозування l_d :

$$l_d = (0.4 \dots 0.6)L = 0.5 \cdot 3750 = 1875$$

3. Довжина зони завантаження l_z :

$$l_z = (0.25 \dots 0.35)L = 0.25 \cdot 3750 = 940$$

4. Довжина зони пластикації $l_p > 0.2 L$:

$$l_p = L - l_d - l_z = 3750 - 1875 - 940 = 935$$

$$935 > 0.2 \cdot 3750 = 750 \text{ мм} - \text{умова виконується}$$

5. Крок нарізки витків t (в середньому $t = D$):

$$t = (0.8 \dots 1.2) D = 1 \cdot 125 = 125 \text{ мм.}$$

6. Ширина витка e :

$$e = (0.08 \dots 0.12) D = 0.1 \cdot 90 = 12,5 \text{ мм.}$$

7. Глибина нарізки в зоні завантаження h_1

$$h_1 = (0.1 \dots 0.14) D = 0,10 \cdot 125 = 12,5 \text{ мм.}$$

8. Діаметр сердечника черв'яка в зоні завантаження d_1

$$d_1 = D - 2 h_1 = 125 - 2 \cdot 12,5 = 100 \text{ мм.}$$

9. Глибина нарізки в зоні дозування h_2 :

$$h_2 = 0,5 \cdot \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot h_1}{i} (D - h_1)} \right] = 0,5 \cdot \left[125 - \right.$$

$$\left. \sqrt{125^2 - \frac{4 \cdot 12,5}{2,5} (125 - 12,5)} \right] = 6 \text{ мм.}$$

де i – коефіцієнт стиснення, звичайно рівний 2 - 3 для різних матеріалів.
приймаємо $i=2,5$.

10. Діаметр сердечника черв'яка в зоні дозування d_2 :

$$d_2 = D - 2 h_2 = 125 - 2 \cdot 6 = 111 \text{ мм.}$$

11. 10. Зазор між гребенем черв'яка і внутрішньою поверхнею корпусу δ

$$\delta < \delta < 0.003$$

$$\delta = 0.001 \div 0.003 D = 0,001 \cdot 125 = 0,125 \text{ мм.}$$

1.2 Кінематичний розрахунок ЧП-125

Мета розрахунку: визначити потужність, що витрачається на переробку поліетилену.

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

У формули для потужності підставляємо розміри в мм, $\alpha=124520.625 \text{ мм}^3$, $\beta=0.189 \text{ мм}^3$, $\gamma=0.00174 \text{ мм}^3$, перепад тиску в МПа, число обертів - за хвилину[4].

а) Потужність, споживана в гвинтовому каналі:

$$I = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4 \cdot t^2}{\pi^2} + \frac{\pi^2 \cdot D^5}{t^2 + \pi^2 \cdot D^2} = \frac{3,14^2 \cdot 125^2 - 4 \cdot 90^2}{3,14^2} + \frac{3,14^2 \cdot 125^5}{90^2 + 3,14^2 \cdot 125^2}$$

$$= 12339.8 \text{ мм}^2$$

$$N_1 = \frac{\pi^3 \cdot (t - e) \cdot l_{\partial} \cdot I \cdot \mu_k \cdot n^2}{136 \cdot t} 10^{-13} + \frac{\alpha \cdot \Delta P \cdot n}{6} 10^{-5} =$$

$$= \frac{3,14^3 \cdot (90 - 12,5) \cdot 1875 \cdot 12339,8 \cdot 825 \cdot 125^2}{136 \cdot 90} 10^{-13} +$$

$$\frac{124520,625 \cdot 19,53 \cdot 125}{6} 10^{-5} = 51,18 \text{ кВт}$$

$$\gamma_k = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{60 h_2 \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + 2 \cdot t^2}} = \frac{3,14^2 \cdot 125^2 \cdot 125}{60 \cdot 6 \sqrt{3,14^2 \cdot 125^2 + 2 \cdot 90^2}} = 109$$

при $\gamma_k = 109$ $\mu_k = 825$

б) Потужність, споживана в зазорі між гребенем і корпусом:

$$N_2 = \frac{\pi^3 \cdot D^3 \cdot e \cdot l_{\partial} \cdot \mu_3 \cdot n^2}{136 \cdot \delta \cdot t} 10^{-13} =$$

$$= \frac{3,14^3 \cdot 125^3 \cdot 12,5 \cdot 1875 \cdot 186 \cdot 125^2}{136 \cdot 0,3125 \cdot 90} 10^{-13} = 10,76$$

$$\gamma_3 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot n} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 125}{60 \cdot 90} = 9,08$$

с) Потужність, споживана в зоні дозування:

$$N_{\partial} = N_1 + N_2 = 51,18 + 10,76 = 61,94 \text{ кВт}$$

д) Потужність двигуна:

ККД приводу приймаємо $\eta = 0.7 \dots 0.8$

$$N_{дв} = \frac{N_r}{\eta} = \frac{61,94}{0.8} = 77,4 \text{ кВт}$$

1.3 Розрахунок на міцність, жорсткість та витривалість

1.3.1 Розрахунок на міцність

Розрахунок черв'яка на міцність – перевірка спроектованих на підставі попередніх розрахунків розмірів черв'яка .

Вихідні дані: матеріал черв'яка сталь 40Х , границя текучості при робочій температурі черв'яка $[\sigma_T] = 700 \text{ МПа}$, діаметр черв'яка 125 мм .

Полярний момент інерції[5] :

$$I = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} (1 - \alpha_1^4) = \frac{3,14 \cdot (120)^4}{64} (1 - 0,36) = 0,6511 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4, \quad (4.1.1)$$

де α_1 – відношення діаметра стрижня черв'яка і внутрішнього охолоджувального

каналу в небезпечному перерізі, $\alpha = \frac{d}{D} = \frac{0,04}{0,110} = 0,36$.

Розрахункова схема черв'яка зображено на рис.4.1.

					ЛП61-1.177146.02-70РР	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

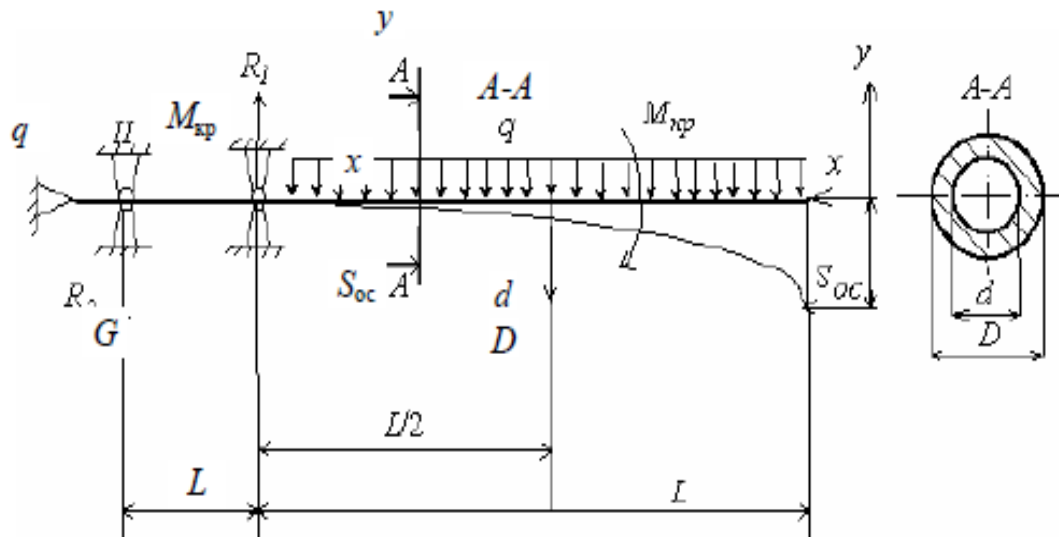


Рис. 4.1. Розрахункова схема навантаження шнеку і його опор

Площа небезпечного перерізу :

$$F_{nep} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,09^2}{4} = 0,012 \text{ м}^2; \quad (4.1.2)$$

Радіус інерції :

$$i = \sqrt{\frac{I}{F_{nep}}} = \sqrt{\frac{0,6511 \cdot 10^{-5}}{0,012}} = 0,073 \text{ м}; \quad (4.1.3)$$

Ступінь твердості черв'яка :

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l_p}{i} = \frac{2 \cdot 3750}{0,073} = 275; \quad (4.1.4)$$

де μ – коефіцієнт способу закладення , $\mu=2$.

Оскільки $\lambda=275$, то черв'як вважається довгим і розраховується на твердість[1].

Осьовий момент опору :

$$W = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,09^3}{32} = 19 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3; \quad (4.1.5)$$

Дотичні напруження :

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W} = \frac{80600}{19 \cdot 10^{-5}} = 424 \text{ МПа}, \quad (4.1.6)$$

де $M_{кр} = 975 \frac{N_{дв}}{n} \eta_{np} = 975 \frac{155}{1500} 0.8 = 80.6 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Осьова сила:

$$P_{ос} = \frac{M_{кр} \operatorname{tg} \varphi}{0.5D} = \frac{80.6 \cdot 0.34}{0.5 \cdot 0.09} = 608.9 \text{ кН} \quad (4.1.7)$$

Напруга стиску :

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{зг}}{W} = \frac{608.9}{0.012} + \frac{80.6}{19 \cdot 10^{-5}} = 50,7 \text{ МПа}; \quad (4.1.8)$$

Результати напруги по III-ій теорії міцності :

$$\sigma_{III} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{50.7^2 + 4 \cdot 424^2} = 750 \text{ МПа}; \quad (4.1.9)$$

Запас міцності :

$$n = [\sigma_T] / \sigma_{III} = 850 / 750 = 1,13 \quad (4.1.10)$$

Запас міцності забезпечить надійність роботи машини.

1.3.2 Розрахунок черв'яка на жорсткість

На ряду з умовами міцності важливим є забезпечення умов жорсткості – максимальний угин черв'яка повинен бути меншим конструкційного зазору

$$\delta \geq \delta_k .$$

Вихідні дані : Матеріал черв'яка сталь 40Х, діаметр черв'яка $d=125\text{мм}$, зазор

					ЛП61-1.177146.02-70РР	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

між корпусом і черв'яком:

$$\delta = (0,002...0,005)D = 0,003 \cdot 125 = 0,375 \text{ мм}, \quad (3.2.1)$$

де E -модуль пружності, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Розрахункова схема черв'яка зображена на мал.3.1. Згідно з методики максимальний прогин дорівнює [3]:

$$\delta = \frac{1}{EI} \left[\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k l_p) \right]; \quad (3.2.2)$$

де

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}} = \sqrt{\frac{608900}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}}} = 0,25;$$

$$A = \frac{q \left[l_p - \frac{1}{k} \sin(k l_p) \right]}{k \cdot \cos(k l_p)} = \frac{274 \cdot \left[3,585 - \frac{1}{0,3} \sin(3,585 \cdot 0,3) \right]}{0,3 \cdot \cos(0,3 \cdot 3,585)} = 3249;$$

Максимальний прогин дорівнює:

$$\delta_k = \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}} \left[\frac{274}{0,3^2} \left(\frac{1}{0,3^2} + \frac{3,585}{2} \right) - \frac{1}{0,3} \left(\frac{274}{0,3^2} + 3249 \cdot 3,585 \right) \cdot \cos(0,3 \cdot 3,585) - \frac{1}{0,3^2} \left(\frac{274 \cdot 3,585}{0,3} - 3249 \right) \cdot \sin(0,3 \cdot 3,585) \right] = 0,00167 \text{ мм};$$

$\delta > \delta_k$ тобто прогин в межах допустимого .

1.3.3 Розрахунок черв'яка на витривалість

Оскільки черв'як витримує загальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, доцільна його перевірка на витривалість.

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(k_{\sigma})_d \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_c} = \frac{340}{1.4 * 0.3} = 805, \quad (3.3.1)$$

де n_{σ} – коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження; σ_{-1} – допустиме напруження під час циклічного навантаження (беруть $\sigma_{-1}=0,4 \sigma_B$; σ_a – амплітуда змінювання напружень, у цьому випадку вони змінюються від плюс σ_{max} до мінус σ_{max} ; σ_{max} – найбільше напруження від дії згинального моменту; $\sigma_{max} = M_{max}/W_x$; σ_c – середнє напруження циклу, $\sigma_c=0$, оскільки цикл симетричний; ψ_{σ} – коефіцієнт, що залежить від виду матеріалу, для сталей з $\sigma_B=1200...1400$ МПа $\psi_{\sigma}=0,25$; $(k_{\sigma})_d$ ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти із формули:

$$(k_{\sigma})_d = k_{\sigma} / (\beta \varepsilon) = 2 / (1 \cdot 0,3) = 6,6, \quad (2.3.2)$$

де k_{σ} – коефіцієнт концентрації напружень, для цього випадку $k_{\sigma}=1,9...2$; β – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі; для полірованої поверхні черв'яка $\beta=1$; ε – коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі; для деталей з легованих сталей за наявності концентрації напружень $\varepsilon=0,3$.

Таким чином, черв'як є витривалим.

1.4 Тепловий розрахунок черв'ячного преса

Мета розрахунку: визначити кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Вихідні дані:

Потужність, встановлена електродвигуном, N , кВт	75;
Продуктивність по поліетилену, G_m , кг/с	0,028;
Початкова температура матеріалу, T_{II} , К	293;
Кінцева температура матеріалу, T , К	453;
Температура поверхні кожуха, $T_{кож}$, К	318;
Температура повітря, T_B , К	293;

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Ширина теплообмінної поверхні, B , м	0,23;
Довжина теплообмінної поверхні, L , м	1,382;
К.к.д. приводу преса, η_1	0,6;
К.к.д. електродвигуна, η_2	0,9;
Коефіцієнт теплопровідності, K Вт/м К	43.

Тепловий баланс преса:

$$Q_N + Q_{Q_1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_{\text{кож}} - T_1) + Q_{\text{втр}},$$

де Q_N – кількість тепла, яке виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_N = N \eta_1 \eta_2 = 77,4 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 41,7 \text{ Вт},$$

$Q_{\text{втр}}$ – втрати тепла в оточуюче середовище:

$$Q_{\text{втр}} = Q_K + Q_{\text{випр}} = (53,4 + 54,11) \cdot 10^3 = 107,5 \text{ Вт}$$

де Q_K – втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_K = \alpha_K F (T_{\text{кож}} - T_B) = 3,84 \cdot 0,557 \cdot (318 - 293) = 53,4 \text{ Дж / с},$$

де F – теплообмінна поверхня екструдера:

$$F = \frac{Q_N}{K \Delta T} = \frac{41,7}{43 \cdot (318 - 293)} = 0,557 \text{ м}^2.$$

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$\begin{aligned} Q_{\text{випр}} &= 4,9 E F \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = \\ &= 4,9 \cdot 0,6 \cdot 0,557 \cdot \left(\left(\frac{318}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) = 54,11 \text{ Вт}; \end{aligned}$$

де E – степінь чорноти матеріалу кожуха;

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

T_1 – абсолютна температура кожуха, С;

T_2 – абсолютна температура оточуючого середовища, С;

α_K – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначений за формулою[6]:

$$\alpha_K = \frac{Nu \lambda_M}{H} = \frac{38,22 \cdot 0,027}{0,23} = 3,97 \text{ Вт/м К}$$

Nu – критерій Нуссельта,

λ_M – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі.

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C(Gr Pr)_m^n = 0,54 \cdot (25,09 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 393,$$

де Gr – критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta B^3 g \Delta T}{\nu_M^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,24^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{12}}{16,48^2} \cdot (318 - 293) = 35,85 \cdot 10^6.$$

Розрахункова температура:

$$T_p = \frac{T_{КОЖ} + T_B}{2} = \frac{318 + 293}{2} = 305,5 \text{ К.}$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі[6]:

$\lambda_M = 9,6$ – коефіцієнт теплопровідності, Дж/(м · год · °С);

$\nu_M = 16,48 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с;

$Pr = 0,3$ – критерій Прандтля.

Добуток $Gr \cdot Pr$:

$$Gr Pr = (35,85 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 25,09 \cdot 10^6.$$

Розрахунок барботера:

					ЛП61-1.177146.02-70РР	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$D=10\text{мм}$, $F=0.5\text{см}^2$, $W=5\text{м/с}$, $\rho=1000\text{кг/м}^3$, $C_p = 4,19\text{кДж/кг}$, $t_1 = 30^\circ\text{C}$,
 $t_2 = 60^\circ\text{C}$

$$\sigma=W \cdot 10^3 \cdot F = 5 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} = 0,25 \text{ кг/с}$$

$$Q_6 = \mu \cdot C_p \cdot \Delta t = 0,4 \cdot 4,19 \cdot 30 = 31,4\text{кВт}$$

Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$Q_{Q_1} = G_M C_M (T_{\text{кож}} - T_{\text{П}}) + Q_{\text{втр}} - Q_N =$$

$$= (100 \cdot 2,3 \cdot (453 - 293) + 183,7 - 41,7) \cdot 10^3 = 36942 \text{ кДж / год} = 10,26\text{кДж / с}$$

Таким чином, для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 2 нагрівача.

2. Розрахунок виконаний з допомогою обчислювальних систем

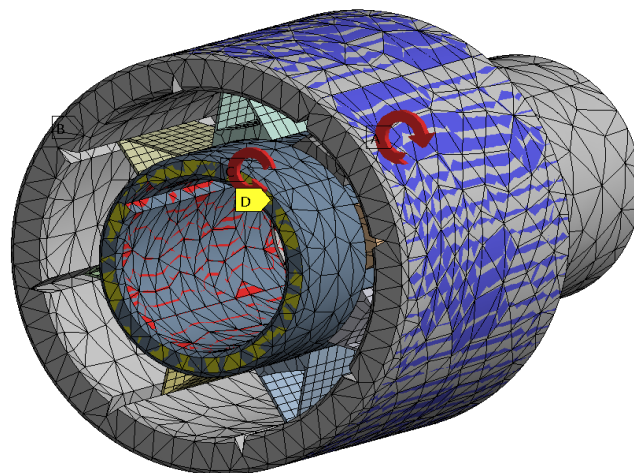
2.1. Розрахунок муфти запобіжної на міцність в CAD-CAE системи SolidWorks

Метою даного розрахунку було розрахувати муфту запобіжну на міцність під дією обертового моменту $M_{об} = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Для здійснення розрахунку була створена та розрахована різними способами 3d модель муфти запобіжної[7]:

A: Static Structural
 Static Structural
 Time: 1, s

- A Moment: 10000 N-m
- B Cylindrical Support: 0, m
- C Moment 2: 6500, N-m
- D Displacement



0,000 0,050 0,100 (m)
 0,025 0,075

Рис 2.1

					ЛП61-1.177146.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

A: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: Pa
Time: 1

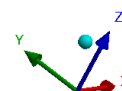
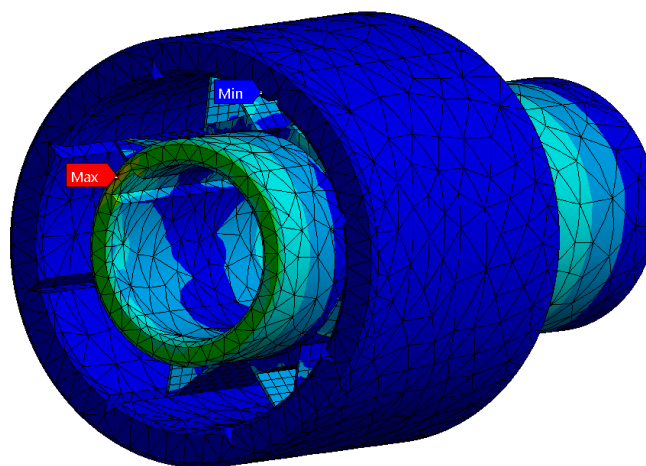
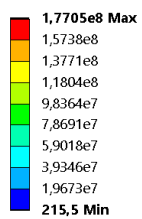


Рис 2.2

A: Static Structural
Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 1

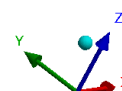
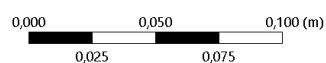
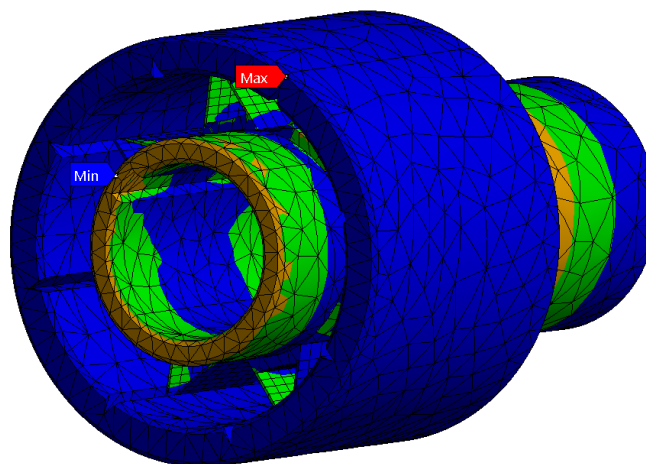
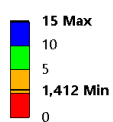


Рис 2.3

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Висновки

В даній частині бакалаврського проекту було перевірено на працездатність агрегат ЧП-125 та його окремі елементи.

Були проведені такі розрахунки:

- Параметричний
- Тепловий
- Міцнісний
- Мінісний за допомогою CAD-CAE ситеми SolidWorks

В результаті можна розглянений агрегат ЧП-125 є повністю технологічним і придатним до роботи в реальних умовах

					ЛП61-1.177146.02-70PP	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Зміст

1. Технологічний процес виготовлення деталі.....	49
2. Опис і принцип роботи пристосування	50
3. Розрахунок сил закріплення.....	52
4. Розрахунок потрібного затискного зусилля з умови запобігання повороту заготовки втулки відносно торця отвору оправки під дією крутного моменту	54
Висновок	56

					ЛП61-1 177146 03-70ТЛ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Кононенко			Екструдер для переробки термопластів з модернізацією приводу					Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевір.		Боршик										2	21	
Керівник										КПІ ім. Ігоря Сікорського				
Н. Контр.														
Затверд.		Гондляр												

1. Технологічний процес виготовлення деталі

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – втулка і проектування оснастки (пристрою) для одної з операцій виготовлення деталі.

В процесі виконання роботи вирішуються такі завдання, як розробка технології виготовлення деталі „Втулка”, в яку входить вибір методу отримання заготовки, вибір устаткування і інструментів для кожної операції.

Деталь є відповідальною і напруженою. Дефекти внутрішні і зовнішні не допускаються.

Матеріал деталі має достатню пластичність для обробки. Заготовка за формою та розмірами близька до форми та розмірів готової деталі, а це є ознакою технологічності.

Матеріал деталі сталь 40Х ГОСТ 1050-88 добре піддається різанню з використанням стандартних ріжучих матеріалів. Всі поверхні деталі доступні для ріжучого інструменту.[3]

В іншому деталь складається з уніфікованих конструкційних елементів оптимального ступеню точності та шорсткості поверхні, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та стандартну оснастку при Добрих технологічних базах.

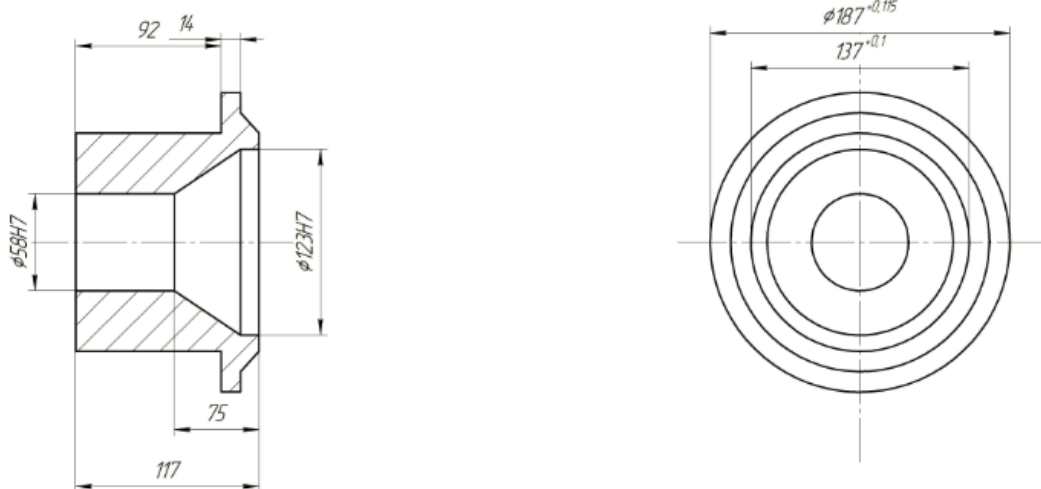


Рисунок 1.1 – Заготовка втулки

					ЛП61-1.177146.03-70ТД	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

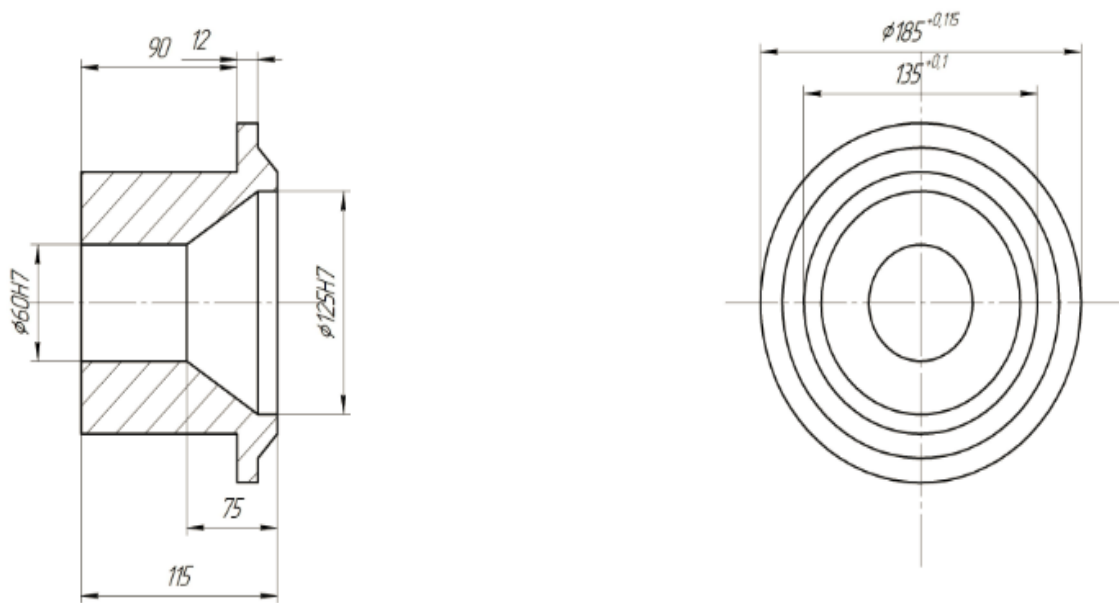


Рисунок 1.2 – Втулка

Процес виготовлення втулки наводимо в маршрутній карті, картах ескізів та операційних карт

2. Опис і принцип роботи пристосування

При виготовленні деталі – втулки здійснюється багато різних операцій.

Для кожної з них переважно використовують своє пристосування.

Я вибрав одне з них патрон з жорстким centruючим елементом і трьома прихватами для розточування внутрішньої поверхні.

Патрон з жорстким centruючим елементом і трьома прихватами (Рис.А2) працює наступним чином. Втулка, centruється обробленим отвором на пальці 5, а торцем фланця прилягає до торця кільця 3. Осьовий затиск деталі здійснюється трьома важілями(прихватами) 4, до яких рух від пневмоциліндра передається завдяки тязі 13 і коромислу 11. Для забезпечення рівномірності затиску всіма важілями передбачені сферичні шайби 9 і 10, які дозволяють коромислу качатися. При зворотньому ході тяги 13 кільце 12 тисне на коромисло і переміщує його вправо. При цьому важелі 4 ковзають по сухарях 6, які розміщені у кришці 2 і під дією пружин 8 і плунжерів 7 розкриваються. І звільнюють оброблювану деталь. Для безпеки роботи пристрій вкритий кожухом 1.

					ЛП61-1.177146.03-70ТД	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

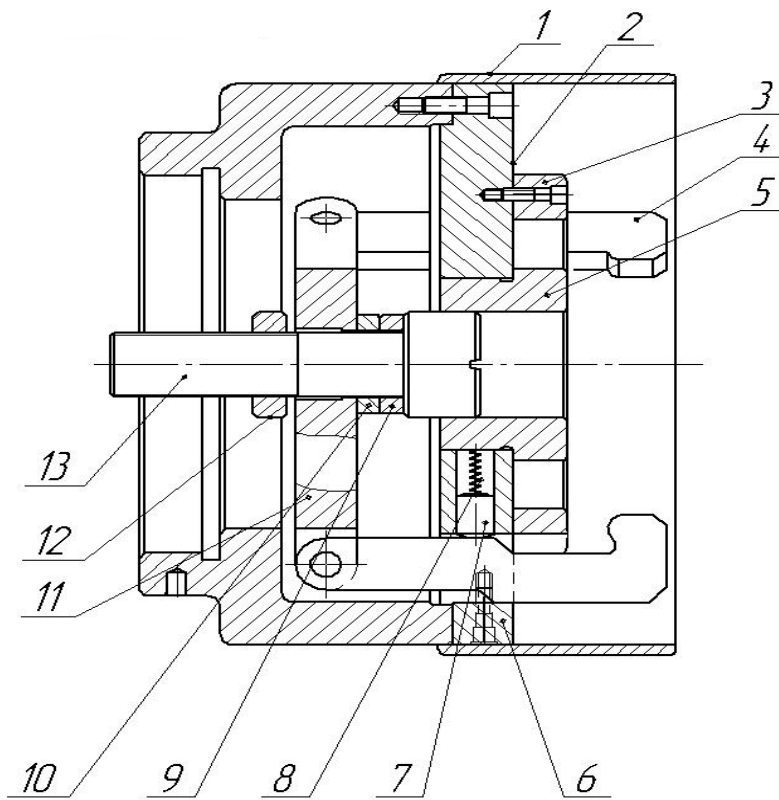


Рис 2.1. Патрон з жорстким centruючим елементом і трьома прихватами

2.2. Розрахунок сил закріплення деталі.

Закріплення заготовки в патроні виконується за допомогою затискного гвинта.

Визначаємо силу притискання заготовки P прихватами:

$$P = \frac{2 \cdot M_{\max} \cdot k}{D \cdot f} = \frac{2 \cdot 14,4 \cdot 3,5}{0,05 \cdot 0,16} = 12600 \text{ Н}$$

M_{\max} – максимальний обертовий момент при свердлінні отвору під різьбу М10-6Н, формула.

$$M_{\max} = 14,4 \text{ Нм}$$

D – діаметр базової поверхні, $D=0,05$ м;

k – коефіцієнт запасу, $k=3,5$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,16$

σ – напруження розтягу – стиску матеріалу гвинта, $\sigma = 9 \cdot 10^7 \text{ Па}$

Діаметр затискного гвинта:

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}} = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{12600}{9 \cdot 10^7}} = 0,0165 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр гвинта затискаючого механізму Tr 17x2.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ЛП61-1.177146.03-70ТД

Арк.

3. Розрахунок сил закріплення

Крутний момент визначаємо за формулою:

$$M_{рез} = P_z \cdot \frac{d}{2}$$

де d – діаметр оброблювального отвору.

Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_z = \frac{N_{рез} \cdot 60 \cdot 1020}{v}$$

$$P_z = \frac{2 \cdot 60 \cdot 1020}{69,1} = 177,13 \text{ Н}$$

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{рез} = 177,13 \cdot \frac{110}{2} = 9742,15 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Розраховуємо зусилля затиску головки:

Визначаємо радіальну силу яка діє на одному кулачку мембранного патрона яка забезпечує передачу крутного $M_{рез.} \approx 8 \text{ кН} \cdot \text{см}; [5]$

$$W = \frac{k \cdot M_{рез}}{nfr} \text{ Н};$$

де k - коефіцієнт запаса;

n – число кулачків (6-12);

					ЛП61-1.177146.03-70ТД	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

f – коефіцієнт тертя між базовою поверхнею деталі і поверхнею кулачків (0,15-0,18);

r – радіус базової поверхні.

$$W = \frac{1,5 \cdot 9742}{6 \cdot 0,16 \cdot 2,5} = 5845,2H;$$

Визначимо величину моменту який до до деформації мембрани величину :

$$M_{из} = \frac{Wnl}{2\pi r} H;$$

де l - відстань між серединою кулачків до середини площини мембрани.

$$M_{из} = \frac{5845,2 \cdot 6 \cdot 3}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} = 6701,5H;$$

Визначаємо циліндричну жорсткість мембрани:

$$B = \frac{Eh^3}{12 - (1 - \mu^2)} H \cdot \text{см};$$

$$B = \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,5}{12 - (1 - 0,3^2)} = 94679,8H \cdot \text{см};$$

де E – модуль пружності (E= 2,1·10⁶ кгс·см²); μ=0,6

Визначаємо кут φ' максимального розмикання кулачків

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2l} + \frac{\Delta}{2l} \text{ рад.}$$

де δ – допуск на неточності при виготовленні оброблювальних деталей по базовій. (δ=0,02)

Δ – зазор между обрабатываемой деталью и кулачками для закладывания детали (Δ=0,03...0,01мм.)

					ЛП61-1.177146.03-70ТД	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$\varphi' = 0,00760 + \frac{0,02}{2 \cdot 3} + \frac{0,03}{2 \cdot 3} = 0,0159 \text{ рад};$$

Силу на штоку для розмикання мембрани на кут φ' визначається за формулою:

$$P = \frac{4\pi \cdot E\varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}} H;$$

$$P = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 94679,8 \cdot 0,0159}{2,5 \cdot \lg \frac{2,5}{6,25}} = 19098 H$$

4. Розрахунок потрібного затискного зусилля з умови запобігання повороту заготовки втулки відносно торця отвору оправки під дією крутного моменту

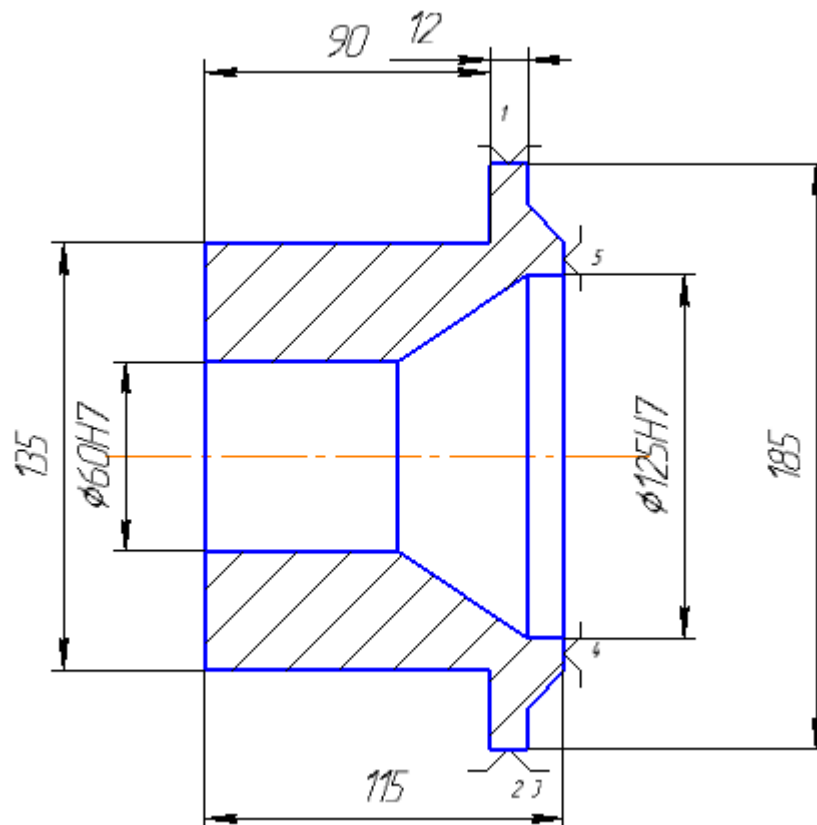


Рисунок – Розрахункова схема для визначення сил і моментів що діють на заготовку при свердлінні

					ЛП61-1.177146.03-70ТД	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Повороту заготовки відносно торця отвору під дією крутного моменту $M_{кр}$ заважає сила тертя $F_{тр2}$ на плече:

$$R_1 = \frac{d_{заг}}{2} = \frac{97,1}{2} = 48,55 \text{ мм} = 0,04855 \text{ м}$$

Сила тертя виникає під дією реакції опори R

$$R = Q_1 + P_0$$

Сила тертя $F_{тр2}$ визначається по формулі:

$$F_{тр2} = R \cdot f = (Q_1 + P_0) \cdot f$$

Для більшої надійності закріплення рекомендується вводити коефіцієнт запасу $K = 1,5 \dots 2,5$. Прийmemo $K = 2,5$. [5]

Тоді рівняння прийме вигляд:

$$(Q_1 + P_0) \cdot f \cdot C = M_{кр} \cdot K$$

Визначимо потрібне затисне зусилля з формули:

$$Q_1 = \frac{M_{кр} \cdot k - P_0 \cdot f \cdot C}{f \cdot C}$$

Торець заготовки фланця заздалегідь оброблений, так само як і торець отвору оправки, тому в зоні контакту оброблюваних поверхонь коефіцієнт тертя $f = 0,15$. [1]

Плече C визначається за формулою

$$C = \frac{D_{заг}}{2} - C_1$$

де C_1 – фаска на торці заготовки фланця яка дорівнює 2мм.

Тоді

$$C = \frac{D_{заг}}{2} - C_1 = \frac{97,1}{2} - 2 = 46,55 \text{ мм} = 0,04655 \text{ м}$$

Тоді:

$$Q_1 = \frac{M_{кр} \cdot k - P_0 \cdot f \cdot C}{f \cdot C} = \frac{9,7 \cdot 2,5 - 1792,7 \cdot 0,15 \cdot 0,04655}{0,15 \cdot 0,04655} = 1680,3 \text{ Н}$$

Розрахунок потрібного затискного зусилля з умови запобігання повороту заготовки, відносно центру в межах зазору між посадочною поверхнею заготовки фланця і отвору в оправці. [3]

Складемо рівняння моментів відносно центру.

					ЛП61-1.177146.03-70ТД	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Повороту заготовки відносно центру під дією крутного моменту, що викликаний осьовою силою P_0 на плече 26,5мм, перешкоджає момент, який викликаний силою закріплення Q_2 на плече 38мм.

$$a = \frac{D_1}{2} - C = \frac{129}{2} - 38 = 26,5$$

З урахуванням коефіцієнту запасу $K=2,5$, рівняння прийме вигляд:

$$Q_2 \cdot C = K \cdot P_0 \cdot a$$

Визначимо потрібне затискне зусилля з формули

$$Q_2 = \frac{K \cdot P_0 \cdot a}{C} = \frac{2,5 \cdot 1792,7 \cdot 26,5}{38} = 3125,4 \text{ Н}$$

Скальчаті кондуктори з консольним затиском по ГОСТ 16888-71 з зусиллям затискання $W_{з max} = 690 \text{ Н}$ необхідного зусилля не забезпечують. А обраний кондуктор з пневматичним затискачем ГОСТ 16889-71 з зусиллям закріплення $W_{з max} = 6120$ повністю забезпечує необхідні зусилля.

Висновок

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення втулки було розглянуто призначення втулки та конструктивні особливості деталі; описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі 'Втулка', що представлені у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах; обрано спосіб виготовлення заготовки; обране пристосування для фрезерного верстата; розраховане максимальне зусилля затискання пристосування.

					ЛП61-1.177146.03-70ТД	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
2. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Москва Химия, 1986. 488 с.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: справочник. - Москва: Машиностроение, 1976. 288 с.
4. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії. – Київ: ІЗММ, 1999. 219с.
5. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: учеб. пособие для студентов вузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, 1984. 301 с.
6. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. Москва: Машиностроение, 1972. 268 с.
7. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас. М.: Машиностроение, 1967. 364 с.
8. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афiша, 1999. 214 с.
9. Сокольський О.Л., Сівецький В.І., Мікульонок І.О. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас: навч. посібник Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 148 с.
10. Мікульонок І.О. Технологічні основи перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей: навч. посібник Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 312 с.
11. Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., Сівецький В.І. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200с.
12. Патент №47082 Україна, В29С 47/60, Черв'як екструдера/ Мікульонок І.О., Виноградов Є.Ю., опубл. 11.01.2010.

13. Патент №68218 Україна, МПК В29С 45/46, Литтєва машина/ Сівецький В.І., Рябінін Д.Д., Сідоров Д.Є.,опубл. 26.03.2012.
14. Патент №98076 Україна, МПК F16D 3/12 F16D 3/52, Черв'ячний екструдер/ Стрілецький О.Р. Козяр М.М Федарчук В. А. Стрілець В М.,опубл 10.04.2015.
15. Патент №90401 Україна, МПК В29В 7/60, Черв'як екструдера/ Сівецький В.І., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., опубл. 26.05.2014.
16. Патент №93385 Україна, МПК В29В 17/00, Черв'як екструдера/ Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., Федченко Є.О., опубл. 25.09.2014.
17. Патент №98878 Україна, МПК В29С 45/46, Машина для лиття під тиском/ Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Мікульонок І.О. та інші, опубл. 12.05.2015.
18. Патент №100079 Україна, МПК В29С 45/46, Машина для лиття під тиском/ Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Мікульонок І.О. та інші, опубл. 10.07.2015.
- 19.Погорілий О.В., Сідоров Д.Є., Колосов О.Є., Казак І.О.. "Зонований аналіз температурних режимів під час розігрівання пет-преформ". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2017. N 1. С. 39-43. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2017.119467](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119467)
- 20.Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
- 21.Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Москва: Химия, 1986. 488 с .
- 22.Shcherbina V., Shvachko D., Borshchik S. Heat exchange simulation in energy zones of a rotarykiln with change of heat resistance of the body. *Technology audit and production reserves* 2019. №6/1(50). pp. 36-41. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.189169>
- 23.Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. Москва: Машиностроение, 1976. 288 с.

- 24.Швачко Д.Г., Щербина В.Ю. "Методика оперативного розрахунку теплового режиму в фасонному вогнетриві". Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2019. №1(18). с. 102-109. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171193>
- 25.Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов втузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленинград: 1984. 301 с.
- 26.Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е., Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей, Москва: Машиностроение, 1972. 268 с.
- 27.Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас.. Москва: Машиностроение, 1967. 364 с.
28. Сокольський О.Л., Івіцький І.І., Олексішен В.О.. "Моделювання течії розплавів полімерів за наявності низьков'язкого пристінного шару". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2019. N 1. С. 35-40. DOI: [10.20535/2617-9741.1.2019.171033](https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171033).
- 29.Б. М. Базаров. Основы технологии машиностроения. - М.:Машиностроение, 2005.
- 30.А. Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения
- 31.М. А. Ансеров. Приспособления для металорезающих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007
- 32.Щербина В.Ю., Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. – 77 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25673>.
- 33.Щербина В.Ю., Чемерис А.О., Конструкторське проектування обладнання. Курсовий проект [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 38 с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25664>

ДОДАТКИ

Додаток А

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Детали			
			1		Півмуфта ведуча	1		
			2		Півмуфта ведена	1		
			3		Вал ведучий	1		
			4		Вал ведений	1		
			5		Зіркоподібна пружна пластина	1		
			6		Кутлоподібний пружний елемент	8		
			7		Вкладыш	8		
Подп. и дата					Стандартные изделия			
			4		Болт 1 М16 х 125-6g х 605835Х16 ГОСТ 7808-70	8		
			9		Шпанка 2-20х12х56 ГОСТ 23360-78	2		
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛП61-1.097252-70 СП		
	Разраб.	Качаненко Б.О.				Муфта запобіжна		
	Проб.	Барщук С. О.						
	Н.контр.					Лит.	Лист	Листов
	Утв.	Барщук С.О.						1
						КПІ ім. Ігоря Сікорського		

Копировав

Формат А4

Додаток Б

Перв. примен.		Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						Документация		
						Складальне креслення	A2	
						Детали		
						Корпус		
			2			Фланець		
			3			Решітка		
			4			Дорн		
						Дорнотримач		
						Мундштук		
						Кільце		
Подп. и дата						Регулюючі болти		
						Болти кріплення		
						Нагрівачі		
						Термопары		
						Рим-болт		
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № инв.								
Подп. и дата								

Додаток В

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						<u>Документация</u>		
						Складальне креслення		
						<u>Детали</u>		
			1		Станина	1		
			2		Кожух	1		
			3		Корпус	1		
			4		Черв'як	1		
Подп. и дата			5		Воронка завантажувальна	1		
			6		Вузол опірною підшипника	1		
			7		Редуктор	1		
			8		Вентилятор	2		
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
<div> <div>ЛП61-1.091246-70ПЗ</div> <div>Прес черв'ячний φ125</div> <div>Копировав</div> </div>					<div> <div>Лит.</div> <div>Лист</div> <div>Листов</div> </div> <div> <div>1</div> <div>КПІ ім Ігоря Сікорського</div> </div>			
<div> <div>Изм. Лист</div> <div>№ докум.</div> <div>Подп.</div> <div>Дата</div> </div> <div> <div>Разраб. Кочаненко Б.О.</div> <div>Пров. Борщук С.О.</div> <div>Н.контр.</div> <div>Утв. Гандлях О.В.</div> </div>								

Копировав

Формат А4

Додаток Г

		Формат		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
		Зона	Паз.										
Перв. примен.	Справ. №												
					Документація								
					Складальне креслення								
					Деталі								
			1		Кожух								
			2		Корпус								
			3		Кільце								
			4		Зажимні губки								
			5		Втулка								
			6		Шпонка								
			7		Штіфт								
Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата										
				Инв. № посл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов		
	Разраб.	Кананенко											
	Проб.	Борщук											
	Н.контр.												
	Утв.												

Патрон з жорстким
центруючим елементом
і трьома прихватами

Копіював

НТУУ"КПІ", ІХФ

Формат А4

